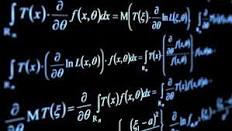
|  |  |
| --- | --- |
|  | **Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  **Direction Générale de la Rénovation Universitaire** |

|  |
| --- |
| Licence Mathématiques Appliquées :  **Parcours Statistique Environnementale**  **Pour la période : 2019-2020 / 2022-2023** |



# **Offre de formation**

## **Demandeur(s)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Université** |  |
| **Etablissement** |  |
| **Département(s)** |  |

## **Identification du parcours**

|  |  |
| --- | --- |
| **Domaine** | **Sciences, Technologies et Etudes Technologiques** |
| **Mention** | **Mathématiques Appliquées** |
| **Parcours (ou spécialité)** | **Statistique Environnementale** |
| **Nature de la licence** | NormaleCo-construction  Co-diplomation Co-habilitation |
| **Type de formation** | InitialeContinue |
| **Mode d’organisation de la formation** | Présentielle A distance Mixte Alternance |
| **Commission Nationale Sectorielle** | **Mathématiques** |

## **Métiers visés et perspectives professionnelles du parcours**

|  |
| --- |
| *Ce parcours vise à former les étudiants aux métiers actuels, de licencier des études en environnement, en ingénierie et traitement des eaux et sols, en énergétique, et en statistiques appliquées à l’environnement.*  *\*Liste des métiers visés :*  *Bureau des études environnementales ;*  *Technicien dans un laboratoire des analyses environnementales ;*  *Statisticien dans le secteur privé ou le secteur public …*  *\*Exemples de définitions de métiers tels quels dans les offres d’emplois du secteur :*   * *Technicien statistique environnemental* * *Technicien statistique agricole* * *Technicien en échantillonnage des eaux et sols* * *Technicien en modélisation (application : eau, sol…)* * *Technicien environnement et industrie* * *Chargé / Chargée d'études statistiques M11921* * *Statisticien / Statisticienne M19522* * *Biostatisticien / Biostatisticienne K11527* * *Dirigeant / Dirigeante d'entreprise privée M14490* * *Enquêteur / Enquêtrice sondage M14846* * *Enquêteur / Enquêtrice terrain M14847* * *Assistant / Assistante d'enquêtes terrain M11264* * *Chargé / Chargée de terrain - management et gestion d'enquêtes M38597* * *Directeur / Directrice d'enquêtes terrain M14351* * *Responsable d'enquêtes terrain M18906* * *Attaché / Attachée d'études statistiques M11400* * *Responsable de laboratoire d'analyse des eaux H18758* * *Technicien / Technicienne planification de production industrielle H20211* * *Technicien / Technicienne en analyse de pollution H20038* * *Technicien / Technicienne en prévention des risques industriels H 20105* * *Traitant / Traitante protection environnement H 20420* * *Expert / Experte en environnement industriel H 14940* * *Responsable environnement en industrie H19069* * *Inspecteur / Inspectrice de conformité en environnement H15928* * *Technicien / Technicienne de laboratoire d'essais H19801* * *Technicien / Technicienne de mesure-essai en recherche et développement H19879* * *Technicien / Technicienne d'expérimentation en recherche H19969* * *Responsable Qualité Sécurité Environnement -QSE- en industrie H19163* * *Aide de laboratoire d'analyse industrielle H10828* * *Chimiste en laboratoire d'analyse industrielle H12621* * *Chargé / Chargée d'analyses physico-chimiques de laboratoire H11762* * *Technicien / Technicienne de laboratoire d'analyse des eaux H19788* * *Technicien / Technicienne de mesure de la qualité de l'eau H19878* * *Chef d'équipe d'entretien des espaces verts A12439* * *Conseiller / Conseillère en irrigation A13439* * *Aménagement et entretien des espaces verts A1203* * *Géophysicien / Géophysicienne en interprétation F15269* * *Responsable environnement et sécurité chantier F 19070* * *Technicien / Technicienne QSE - Qualité Sécurité Environnement BTP F 140886* * *Installateur / Installatrice en chauffage, climatisation, sanitaire et énergies renouvelables F38853* * *Responsable d'affaires en industrie H 18608* * *Chargé / Chargée d'études projets industriels H11917* * *Responsable recherche-développement en industrie H19165* * *Responsable d'exploitation de fluides H18976* * *Agent / Agente de prévention et de proximité K10555* * *Agent / Agente d'environnement de proximité K10690* * *Technicien / Technicienne de contrôle de réseau d'eau K19726* * *Technicien / Technicienne de maintenance de systèmes d'irrigation K126556* * *Technicien / Technicienne distribution en eau potable K20015* * *Responsable d'exploitation collecte de déchets K18975* * *Technicien / Technicienne réutilisation recyclage K38507* * *Responsable de site éco-industriel K18873* * *Responsable de station d'eau potable K18879* * *Responsable de station d'épuration K18880* * *Responsable de système d'exploitation de l'eau K18885* * *Responsable des déchets K18925* * *Responsable d'usine de production d'eau potable K 19055* * *Responsable d'usine d'épuration des eaux K19056 Spécialiste en traitement des eaux des armées K19508* * *Technicien / Technicienne de station d'épuration K19927* * *Technicien / Technicienne d'exploitation d'eau potable K19976* * *Technicien / Technicienne en traitement des déchets K 20132* * *Technicien / Technicienne en traitement des eaux K20133* |

## **Objectifs de la formation**

### Objectif général

|  |
| --- |
| ***Objectif général :***  *Cette formation vise à développer les habiletés en statistique environnementale pour pouvoir assumer des postes de responsabilités dans des organisations ou industries privées ou étatiques…*  *La formation des licenciés doit contribuer à l’analyse mathématique et statistique dans le domaine de l’environnement et à l’appui du développement durable et la maîtrise des disciplines fondamentales et professionnelles/théoriques et pratiques.* |

### Objectifs spécifiques

|  |
| --- |
| ***Objectifs spécifiques :***  *La licence en ‘Statistique Environnementale’ est une formation de mathématiques appliquées orientée vers la maitrise des analyses environnementales et la statistique des données. Sa vocation est de former les étudiants aux méthodes statistiques, modélisations mathématiques et des outils d’aide à la décision permettant un large panel d’opérations sur les données (recueil, gestion, exploration, analyse, interprétation, prédiction..).*  *Dans ce cadre, on vise :*  ***-Maitriser et perfectionner*** *les outils informatiques pour le développement mathématique et la modélisation statistique (tels que : Langage R, Matlab, Stata, Python...)*  ***-Maitriser*** *les techniques d’échantillonnages, et les méthodes d’analyses statistiques dans le secteur de l’environnement.*  ***-Développer*** *les compétences dans les études mathématiques et statistiques pour agir dans un environnement national et international.*  ***-Développer*** *les compétences pouvant prendre des décisions suite aux outils utilisés (statistique, modèle de traitement…)* |

### Acquis d’apprentissages (Learning Outcomes)

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| *La formation des licenciés en Statistique Environnementale est orientée vers l’acquisition de compétences offrant tous les atouts pour répondre aux défis industriels et environnementaux.*  *Cette formation s’appuie sur l’enseignement des mathématiques et statistiques pour résoudre les problèmes environnementaux et suivre les paramètres des différentes analyses…*  *Cette formation illustre l’innovation et la combinaison de deux disciplines (statistique et l’environnement) afin de promouvoir la création et l’emploi, dans divers secteurs d’activités tels que les industries vertes (domaine : Eaux, sol, déchets..);*  *A la fin de la formation, les étudiants doivent être capables de :*  ***Connaissances (savoir) :***  *-Lister les compétences environnementales et les pratiques d’évaluations associées ;*  *-Identifier les différentes opportunités qu’offrent les méthodes pédagogiques actives pour développer l’esprit environnemental chez l’apprenant ;*  *-Lister les composantes d’étude d’impact environnemental d’un projet ;*  *-Identifier les différentes technologies d’analyse expérimentale des échantillons et les outils statistiques appropriés ;*  *-Résoudre des problèmes liés à l’environnement à travers l’utilisation des méthodes mathématiques et statistiques ;*  *-Modéliser les variations des paramètres ;*  *-Exploiter les résultats d’analyse et/ou les enquêtes dans la prise de décision.*  ***Aptitudes (savoir-faire) :***  *-Générer des idées de projets nouvelles et innovantes ;*  *-Gérer l’environnement : chimie de l’eau, pollution de l’air, dépollution, réglementation, déchets solides, rénovation sites pollués ;*  *-Définir des objectifs ;*  *-Elaborer un plan organisant les activités relatives à un projet donné ;*  *-Identifier les ressources nécessaires pour un projet donné et élaborer le budget correspondant ;*  *-Conduire une évaluation des risques associés à un projet donné (prédire les contraintes potentielles pour la mise en œuvre du projet) et, plus généralement, démontrer une capacité d’évaluation de la faisabilité d’un projet ;*  *-Démontrer une capacité à mettre en place un système d’évaluation et les éventuelles mesures correctives ;*  *-Estimer les paramètres d’un modèle.*  ***Attitudes (savoir-être) :***  *-Montrer une attitude positive envers l’adoption de nouvelles approches ;*  *-Prendre systématiquement des initiatives pour réaliser ses idées créatives ;*  *-S’engager activement et être responsable dans la mise en œuvre du projet pour atteindre les objectifs fixés ;*  *-Démontrer une capacité à travailler à la fois individuellement et en équipe ;*  *-Assurer leur fonctionnement optimal dans une stratégie de développement durable ;*  *- Démontrer une attitude envers les méthodologies de Conception, modélisation, optimisation et gestion de systèmes thermiques et de production.* |

## **Conditions d'accès à la formation**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nature du Bac et répartition** | | **Nombre prévu d'étudiants  repartis sur les années d'habilitation** |
| Bac Mathématiques | Oui  Non 50 % | * 2019-2020 1 : 30 * 2020-2021 2 : 30 * 2021-2022 3 : 30 * 2022-2023 4 : 30 |
| Bac Sciences expérimentales | Oui  Non 20 % |
| Bac Economie et Gestion | Oui  Non 0 % |
| Bac Informatique | Oui  Non 20 % |
| Bac Lettres | Oui  Non 0 % |
| Bac Sport | Oui  Non 0 % |
| Bac Technique | Oui  Non 10 % |
| Autres (à préciser) : | Oui  Non 0 % |

Test d’admission :  Oui  Non

## **Perspectives académiques**

|  |
| --- |
| *Les licenciés de cette formation peuvent suivre les études de mastère à l’ISSTE (Master Ingénierie et Traitement des Eaux, Master Energie Solaire, Master Energies Procédés, Master Professionnelle en Ecollabilisation et Accompagnement Environnementale ; ISSTE renferme un laboratoire de recherche en Sciences et Technologies de l’Environnement.*  *Aussi, ils peuvent suivre le cycle ingénieur dans l’une des disciplines similaires aux Instituts Supérieures Agricoles ; Aux Ecoles Nationales des Ingénieurs ;* |

## **Perspectives à l'échelle internationale**

|  |
| --- |
| *Comme perspectives internationales, on peut citer la possibilité de réaliser les PFE dans un établissement international dans le cadre des conventions de collaborations et d’accueils (ex INRA Avignon-LTI Amiens…) avec Université Carthage et l’ISSTE ; au laboratoire de recherche en Sciences et Technologies de l’Environnement ISSTE Borj Cedria….*  *Aussi le licencié de cette filière peut terminer son Master ou cycle ingénieur en France*. |

# **Programme de la formation**

# **(Descriptif détaillé du parcours)**

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| ***Codes des modules : Voir plan d'études.*** |
| *Volume horaire (règle/loi) :* ***Voir plan d'études.*** |
| *Volume horaire total* ***convenu****:* ***Voir plan d'études.*** |
| *Régime d’examen :* ***Voir plan d'études.*** |
| *Règles de passage et de réussite :*  ***1) Pour chaque UE suivant le régime mixte, la règle est la suivante :***  ***Session principale : MP= max (EP, (2EP+CC) /3)***  ***Session de rattrapage : MR=max (MP, ER, (2ER+CC) /3).***  ***EP= note de l'UE à la session principale ; CC= note du contrôle continu et ER= note de l'UE à la session de rattrapage.***  ***2) Le module Activités Pratiques en S6, doit être validé (avoir la moyenne) et sa note n’intervient pas dans le calcul de la moyenne générale en L3.***  ***3)* Formule pour le calcul de la moyenne en L3 :**  **Est déclaré Admis, en L3, tout étudiant ayant MU>=10 et NA>=10. La moyenne générale est**  **MG = (3MU+ NA)/4.**  **La mention est attribuée selon la moyenne MG et obéit à la règle générale.**  **Si MU<10 ou NA=0, l’étudiant est déclaré redoublant.**  **Avec**  **MU = Moyenne de UE des deux semestres S5 et S6 pondérées avec leurs coefficients.**  **NA = Note des Activités pratiques. En cas où les activités pratiques ne sont pas validées, NA=0**  **Remarques :**  **- En cas de redoublement, l’étudiant ayant validé les activités pratiques conserve sa note NA pour l'année suivante.**  **- L’étudiant redoublant et ayant MU >=10 conserve sa moyenne MU pour l'année suivante.** |

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| ***Unités Fondamentales :***  ***1) Le programme des unités fondamentales fixées par la CNS est détaillé ci dessus.***  ***2) L’établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit fournir le programme de chaque unité fondamentale qui n'est pas fixée par laCNS.***  ***Unités optionnelles : Les unités optionnelles doivent compléter la formation et leurs programmes doivent être fournis.***  ***Activités pratiques : L’établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit préciser la nature de ces activités.***  ***Dans le cas où ces activités se déroulent durant le semestre S6, dans l’établissement, la CNS propose :***  ***Choix des sujets***  ***Une liste de sujets de projets est proposée aux étudiants au début du semestre S5 (le nombre exact est ajusté à la rentrée en fonction des effectifs présents).***  ***La liste des sujets est arrêtée au début du semestre S5 par la commission de la licence.***  ***Les étudiants choisissent leurs projets avant la fin du semestreS5, les encadrants et le responsable de la licence veillent à ce que ceux-ci se répartissent sur l’ensemble des projets avec un nombre d’étudiants entre 2 et 4 par sujet.***  ***Chaque étudiant doit***   * ***Faire au moins trois exposés devant son encadrant au cours de la préparation de son projet.*** * ***Rédiger un document relatif à son sujet et l’écrire en Latex. L’encadrant apportera, avant la soutenance, les corrections nécessaires à ce document.*** * ***Déposer une version définitive du mémoire auprès de la direction du département.*** * ***Soutenir son mémoire en présence de tous les étudiants devant un même jury incluant tous les encadrants des projets.***   ***Unités Transversales : VoirPlan d'études.*** |

**PLAN DES ETUDES**

**Licence Mathématiques Appliquées: Tronc Commun – L1**

**Semestre -1-**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles**  **(14 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 1** | **UEF110** | **UEF111** | **Algèbre 1** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 1** | **UEF120** | **UEF121** | **Analyse 1** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 1** | **UEF130** | **UEF131** | **Algorithmique et programmation 1** | **21** | **21** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Eau et environnement** | **UEO140** | **UEO141** | **Hydraulique général** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **UEO142** | **Contamination et techniques de traitement des eaux** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale**  **Anglais 1 et R** | **UET150** | **UET151** | **Anglais1** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **UET152** | **Simulation statistique avec R** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 343h** | | | | | **161** | **182** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées: Tronc Commun – L1**

**Semestre -2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles**  **(14 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 2** | **UEF210** | **UEF211** | **Algèbre 2** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse et Probabilités** | **UEF220** | **UEF221** | **Analyse 2** | **21** | **21** |  | **4** | **7** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **UEF222** | **Probabilités discrètes** | **21** | **21** | **3** | **2** | **1h30** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 2** | **UEF230** | **UEF231** | **Algorithmique et**  **Programmation 2** | **21** | **21** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Régression : eau, sol et environnement** | **UEO240** | **UEO241** | **Nouvelles techniques de traitements des eaux** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **UEO242** | **Modèle de régression**  **et application environnementale** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale**  **Anglais 2 et Python** | **UET250** | **UET251** | **Anglais 2** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **UET252** | **Simulation numérique 1 avec Python** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 343h** | | | | | **161** | **182** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -3- L2**

**Parcours : Statistique Environnementale**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles**  **(14 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre** | **UEF310** | **UEF311** | **Algèbre** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 3** | **UEF320** | **UEF321** | **Analyse 3** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Probabilités** | **UEF330** | **UEF331** | **Probabilités** | **21** | **21** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Economie d’eau et base de données** | **UEO340** | **UEO341** | **Economie d’eau d’irrigation** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **UEO342** | **Base de données** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale**  **Anglais 3 et soft skills** | **UET350** | **UET351** | **Anglais 3** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **UET352** | **Soft Skills** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 343h** | | | | | **161** | **182** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -4- L2**

**Parcours : Statistique Environnementale**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles (14 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Probabilités avancées** | **UEF410** | **UEF411** | **Probabilités avancées** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 4** | **UEF420** | **UEF421** | **Analyse 4** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Calcul hydraulique** | **UEF430** | **UEF431** | **Calcul des besoins en eau d’irrigation** | **21** | **21** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Atelier statistique** | **UEO440** | **UEO441** | **Mini projet** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **UEO442** | **Atelier statistique : Plan d’expérience et technique d’échantillonnage** | **21** | **21** |  | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale**  **Python 2 et excel** | **UET450** | **UET451** | **Simulation numérique avec Python 2** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **UET452** | **Excel Avancé** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL =: 343h** | | | | | **161** | **182** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -5- L3**

**Parcours : Statistique Environnementale**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles**  **(14 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Analyse numérique et Optimisation** | **UEF510** | **UEF511** | **Analyse numérique** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Statistique inférentielle** | **UEF520** | **UEF521** | **Statistique inférentielle et tests d’hypothèse** | **42** | **42** |  | **7** | **7** | **4** | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Technique d’irrigation** | **UEF530** | **UEF531** | **Techniques et équipements d’irrigation** | **21** | **21** |  | **4** | **4** | **2** | **2** |  | **2h** |
| **4** | **Recherche opérationnelle** | **UEO540** | **UEO541** | **Recherche opérationnelle** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1.5** | **3** |  | **1h30** |
| **UEO542** | **Ecole de terrain et atelier** | **21** | **21** | **3** | **1.5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale : Data Sciences** | **UET550** | **UET551** | **Culture entrepreneuriale** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **UET552** | **Introduction Data Sciences** | **28** |  |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 343h** | | | | | **175** | **168h** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées:Semestre -6- L3**

**Parcours : Statistique Environnementale**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE**  **(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles\*\***  **(7 semaines)** | | | **Nombre de Crédits accordés** | | **Coefficients** | | **Modalité d’évaluation** | |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Simulation et processus stochastique** | **UEF610** | **UEF611** | **Simulation stochastique et Méthode de Monte-Carlo** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **UEF612** | **Chaine de Markov et Processus de Poisson** | **21** | **21** |  | **3** | **2** | **1H30** |
| **2** | **Intelligence artificielle : sol et agriculture-SMART** | **UEF620** | **UEF621** | **Technique de travail des sols et pratique agricole durable** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **UEF622** | **Intelligence artificielle : SMART Agriculture** | **21** | **21** |  | **3** | **2** | **1H30** |
| **3** | **Projet de Fin d’Etudes : PFE** | **UEP630** | **UEP631** | **Méthodologie, Projet et Soutenance** |  |  |  | **18** | **18** |  | **7** | **Voir rubrique conditions de réussite** | |
| **TOTAL = 168h** | | | | | **84** | **84** |  | **30** | **30** | **15** | **15** |  |  |

**( )#Le nombre d’étudiants par projet varie entre 2 et 4.**

**\*\*01H30 TD pour chaque projet ou encadrement de stage.**

**\*La formation présentielle peut durer 7 semaines.**

**Programme des Modules du Tronc Commun**

**Semestre 1**

Algèbre 1 (Unité fondamentale)

(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre 1** | |
| **1** | **Calculs algébriques.** | |
|  | **1.1** | **Sommes et produits finis.** |
|  | **1.2** | **Sommes doubles.** |
|  | **1.3** | **Formule du binôme.** |
| **2** | **Vocabulaire ensembliste.** | |
|  | **2.1** | **Eléments de logique.** |
|  | **2.2** | **Eléments de la théorie des ensembles.** |
|  | **2.3** | **Ensembles finis et dénombrement.** |
|  | **2.4** | **Applications et relations : ordre, équivalence, classe d’équivalence, ensemble quotient.** |
| **3** | **Rappels d'arithmétique dans l’ensemble des entiers relatifs.** | |
|  | **3.1** | **Division euclidienne, Congruence…..** |
|  | **3.2** | **PGCD, PPCM….** |
|  | **3.3** | **Théorème de Gauss, Identité de Bezout, Algorithme d’Euclide…** |
| **4** | **Structures algébriques usuelles.** | |
|  | **3.1** | **Structure de groupe :**   * **Sous-groupes, sous-groupes de Z.** * **Groupe monogène.** * **Ordre d’un élément, Théorème de Lagrange.** * **Morphisme de groupes.** * **Le groupe Sn, le groupe Z/nZ.** |
|  | **3.2** | **Structures d’anneau et de corps.** |
| **5** | **Polynômes** | |
|  | **5.1** | **Anneau des polynômes à une indéterminée sur IR ou C.** |
|  | **5.2** | **Fonctions polynomiales et racines.** |
|  | **5.3** | **Arithmétique dans K[X ] : Divisibilité et division euclidienne :**  **PPCM, PGCD.** |
|  | **5.4** | **Polynômes irréductibles de C[X ] et IR[X ] :**   * **Décomposition en facteurs irréductibles,** * **Division suivant les puissances croissantes,** * **Relation entre racines et coefficients.** |
| **6** | **Fractions rationnelles.** | |
|  | **6.1** | **Corps K(X) (K = IR ou C).** |
|  | **6.2** | **Forme irréductible d’une fraction rationnelle. Fonction rationnelle.** |
|  | **6.3** | **Degré, partie entière, zéros et pôles, multiplicités.** |
|  | **6.4** | **Décomposition en éléments simples sur C et sur IR.** |

Analyse 1 (Unité fondamentale)

(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 1** | |
| **1** | **Nombres réels.** | |
|  | **1.1** | **Ensembles de nombres usuels : IN, Z, D, Q.** |
|  | **1.2** | **Nombres réels.**   * **Généralités : majorant, minorant, minimum, maximum, borne supérieure, borne inférieure. Axiome de la borne supérieure.** * **Intervalles de IR. Droite numérique achevée.** |
|  | **1.3** | **Théorème d'Archimède et densité.** |
| **2** | **Suites numériques.** | |
|  | **2.1** | **Rappels sur les suites : Suite majorée, suite minorée, suite bornée, suite monotone. Suite extraite.** |
|  | **2.2** | **Convergence d’une suite numérique. Définition de la limite. Opérations sur les limites. Limites infinies.** |
|  | **2.3** | **Théorèmes d’existence de limites. Suites monotones bornées. Suites adjacentes. Segments emboités, Théorème de Bolzano-Weierstrass.** |
|  | **2.4** | **Suite de Cauchy. Définition. IR est complet.** |
|  | **2.5** | **Suites particulières : suites arithmétiques, géométriques, suites récurrentes linéaires.** |
|  | **2.6** | **Suites complexes.** |
| **3** | **Fonctions de la variable réelle.** | |
|  | **3.1** | **Limite, continuité.**   * **Généralités. Limite d’une fonction en un point. Limite à gauche et à droite. Extension de la notion de limite. Cas des fonctions monotones. Opérations sur les limites. Continuité. Opération sur les fonctions continues.** * **Théorèmes des valeurs intermédiaires.** * **Fonction continue strictement monotone sur un intervalle.** * **Continuité uniforme.** * **Fonction Lipchitzienne.** * **Théorème de Heine.** |
|  | **3.2** | **Dérivation.**   * **Définition et premières propriétés.** * **Dérivées successives. Formule de Leibnitz.** * **Théorèmes de Rolle.** * **Théorème des accroissements finis.** * **Dérivées et sens de variation.** |
|  | **3.3** | **Fonctions usuelles et leurs réciproques(les fonctions hyperboliques réciproques uniquement en TD).** |
|  | **3.4** | **Fonctions convexes.** |
|  | **3.5** | **Dérivation des fonctions de IR dans C.** |
| **4** | **Analyse asymptotique.** | |
|  | **4.1** | **Comparaison locale de fonctions. Fonction dominée par une autre, fonction négligeable devant une autre. Fonctions équivalentes** |
|  | **4.2** | **Développements limités.**   * **Généralités. Intégration terme à terme d'un D.L.** * **Formule de Taylor-Young. D.L. des fonctions usuelles.** * **Opérations sur les D.L. (somme, produit, composée, quotient)** |
|  | **4.3** | **Applications des D.L. (recherche de limite, Position d’une courbe par rapport à sa tangente.)** |
|  | **4.3** | **Développements asymptotiques. (Position d’une courbe par rapport à son asymptote.)** |

Algorithmique et Programmation 1 (Unité fondamentale)

(21hC, 21hTD) - Semestre 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Algorithmique et Programmation 1 : Semestre 1** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Introduction à l'algorithmique.** | | | **1 H** |
| **2** | **Environnement algorithmique.** | | | **1 H** |
| **3** | **Types de données, constante, Variables.** | | | **1 H** |
| **4** | **Structures conditionnelles.** | | | **2 H** |
| **5** | **Structures itératives.** | | | **2 H** |
| **6** | **Les types structurés.** | | | **2 H** |
|  | **6.1** | **Tableaux unidimensionnel (vecteur).** | |  |
|  | **6.2** | **Tableaux bidimensionnels (Matrices).** | |  |
|  | **6.3** | **Les enregistrements.** | |  |
| **7** | **Algorithmes de tri : par sélection, par insertion, à bulle, quick sort, etc.** | | | **2 H** |
| **8** | **Algorithmes de recherche (recherche par dichotomie).** | | | **2 H** |
| **9** | **Procédures et fonctions.** | | | **2 H** |
| **10** | **Mode de passage de paramètres.** | | | **2 H** |
|  | **10.1** | **Passage par adresse.** | |  |
|  | **10.2** | **Passage par valeur.** | |  |
| **11** | **Récursivité.** | | | **2 H** |
| **12** | **Notion de pointeur. Opérateurs sur les pointeurs.** | | | **2 H** |

Hydrauliquegénéral (Unité optionnelle)

(21h Cours et 21hTD ) - Semestre 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Hydrauliquegénéral (Semestre 1)** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Caractéristiques des écoulements** | | | **8 H** |
|  | **1.1** | **Ecoulement en charge.** | |  |
|  | **1.2** | **Ecoulement à surface libre.** | |  |
|  | **1.3** | **Propriétés des liquides.** | |  |
|  | **1.4** | **Caractérisation des forces dans un écoulement.** | |  |
|  | **1.5** | **Outils mathématiques.** | |  |
| **2** | **Hydrostatique** | | | **6 H** |
|  | **2.1** | **Equation de l’hydrostatique.** | |  |
|  | **2.2** | **Variation de la pression dans un fluide incompressible.** | |  |
|  | **2.3** | **Variation de la pression dans un fluide compressible.** | |  |
|  | **2.4** | **Forces hydrostatiques sur les parois.** | |  |
|  | **2.5** | **Forces hydrostatiques sur des corps immergés.** | |  |
| **3** | **Hydraulique en charge** | | | **7 H** |
|  | **3.1** | **Equation de continuité.** | |  |
|  | **3.2** | **Equation de Bernoulli.** | |  |
|  | **3.3** | **Evaluation des pertes de charge.** | |  |
|  | **3.4** | **Coup de Bellier.** | |  |

Contamination et techniques de traitement des eaux (Unité optionnelle)

(21h Cours et 21h TD) - Semestre 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Contamination et techniques de traitement des eaux**  **Unité optionnelle** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Pollution des eaux par les activités agricoles.** | | | **10 H** |
|  | **1.1** | [**Pollution de l'eau par les produits phytosanitaires**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l%27eau#Pollution_de_l'eau_par_les_produits_phytosanitaires) | |  |
|  | **1.2** | **Pollution par les phosphates.** | |  |
|  | **1.3** | **Pollution par les métaux lourds.** | |  |
|  | **1.4** | **Pollution par contamination des pesticides.** | |  |
|  | **1.5** | **Contamination par intrusion marine.** | |  |
| **2** | **Différents procédés de traitement des eaux naturelles** | | | **3 H** |
|  | **2.1** | * **Physiques (dégrillage, tamisage, décantation, filtration, flottation)** | |  |
|  | **2.2** | * **Physico-chimiques (coagulation/floculation)** | |  |
|  | **2.3** | * **Chimiques (oxydation, échange d’ion sur résine, procédés de neutralisation ou d’acidification)** | |  |
| **3** | **Traitement des eaux agricoles et valorisation** | | | **6 H** |
| **4** | **Technique de dessalement** | | | **2 H** |

Simulation statistique avec ℛ (Unité transversale)

(14h Cours et 14h TD) - Semestre 1 L1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Programmation statistique avec ℛ**  ***Unité transversale*** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Initiation au logiciel ℛ.** | | | **5 H** |
| **2** | **Statistiques unidimensionnelles.** | | | **8 H** |
|  | **2.1** | **Généralités (Historique, motivations, Notions de statistique quantitative, qualitative, population effectif,...)** | |  |
|  | **2.2** | **Représentations graphiques (Diagrammes en tubes, en barres, en bandes, circulaires, Triangulaires, en bâtons, Tiges-Feuilles, Histogrammes, Boxplot, en Violon,…)** | |  |
|  | **2.3** | **Les Paramètres statistiques.** | |  |
|  |  | * **Paramètres de position (Mode, Moyenne, Médiane, ...)** | |  |
|  |  | * **Paramètres de dispersion (Etendue, Ecart-moyen, Ecart-médiane, Ecart-type, Quartiles, déciles, centiles, quantiles,...)** | |  |
|  |  | * **Paramètres de concentration (Médiale, Courme de Lorentz, Indice de Gini,...)** | |  |
|  |  | * **Paramètres de forme (Paramètres de Yule, de Pearson, de Fisher,...).** | |  |
| **3** | **Statistiques bidimensionnelle.** | | | **8 H** |
|  | **3.1** | **Généralités.** | |  |
|  | **3.2** | **Ajustement par régression linéaire.** | |  |
|  |  | * **Méthode graphique.** | |  |
|  |  | * **Méthode de Mayer.** | |  |
|  |  | * **Méthode des moindres carrés.** | |  |
|  |  | * **Méthodes Médiane-Médiane de Tukey.** | |  |
|  | **3.3** | **Ajustement fonctionnel (polynomial, puissance, logarithmique,...)** | |  |
|  | **3.4** | **Statistiques Chronologiques.** | |  |
|  |  | * **Généralités (Moyennes mobiles, indices saisonniers,...).** | |  |
|  |  | * **Ajustement linéaire (Droite du Trend).** | |  |
|  |  | * **Ajustement Fonctionnel.** | |  |

**Programme des unités d’enseignement**

**Semestre 2**

Algèbre 2 (Unité fondamentale)

(42h cours et 42h TD)-Semestre 2L1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Algèbre 2** | | **Nbre Heures cours** | |
| **1** | **Espaces vectoriels.** | | | **8 H** |
|  | **1.1** | **Espaces vectoriels, sous espaces vectoriels.** | |  |
|  | **1.2** | **Espaces de dimension finie, bases, théorème de la base incomplète, somme directe d’une famille finie de sous espaces vectoriels….** | |  |
| **2** | **Matrices et applications linéaires.** | | | **8 H** |
|  | **2.1** | **Opérations sur les matrices, rang d’une matrice.** | |  |
|  | **2.2** | **Applications linéaires, matrice d’une application linéaire, théorème du rang.** | |  |
|  | **2.3** | **Changement de base, matrices semblables, matrices équivalentes.** | |  |
|  | **2.4** | **Méthode de Pivot de Gauss (résolution de système linéaire, recherche de l’inverse d’une matrice).** | |  |
| **3** | **Déterminants (calcul pratique, applications aux systèmes de Cramer).** | | | **5 H** |

Analyse 2 (EC Unité fondamentale)

(21h cours et 21hTD) - Semestre 2 L1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Analyse 2** | | **Nbre Heures cours** | |
| **1** | **Intégration.** | | | **12 H** |
|  | **1.1** | **Intégrale d’une fonction en escalier sur un segment, fonctions intégrables au sens de Riemann. Propriétés de l’intégrale (linéarité, croissance, relation de Chasles). Formule de la moyenne.** | |  |
|  | **1.2** | **Inégalités de Minkowski et Cauchy-Schwarz. Sommes de Riemann.** | |  |
|  | **1.3** | **Primitives, intégration par parties, formule de Taylor avec reste intégrale.** | |  |
|  | **1.4** | **Changement de variables. Calcul de primitives (polynômes en sin et cos, fractions rationnelles, fractions rationnelles en sin et cos, fractions rationnelles en x et racine (ax+b), fractions rationnelles en x et racine (ax2+bx+c)** | |  |
| **2** | **Equations différentielles linéaires.** | | | **9 H** |
|  | **2.1** | **Equations différentielles linéaires du premier ordre. Méthode de variation de la constante.** | |  |
|  | **2.2** | **Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants.** | |  |

Probabilités discrètes (EC Unité fondamentale)

(21h Cours et 21hTD) - Semestre 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Probabilités discrètes.** | | **NbreH cours** | |
| **1** | **Séries numériques à termes positifs.** | | | **4 H** |
|  | **1.1** | **Suite des sommes partielles.** | |  |
|  | **1.2** | **Critère de comparaison, comparaison somme partielle et intégrale (sans passer par les intégrales généralisées) et applications aux séries de Riemann.** | |  |
| **2** | **Introduction au calcul des probabilités sur un ensemble au plus dénombrable.** | | | **5 H** |
|  | **2.1** | **Expérience aléatoire événements et opérations sur les événements.** | |  |
|  | **2.2** | **Probabilités sur un univers fini ; probabilités uniformes ; modèles d'urnes.** | |  |
|  | **2.3** | **Conditionnement et indépendance.** | |  |
|  | **2.4** | **Théorème de Bayes et formule de Bayes.** | |  |
| **3** | **Variables aléatoires à une dimension.** | | | **7 H** |
|  | **3.1** | **Généralités ; Fonction de répartition.** | |  |
|  | **3.2** | **Variables aléatoires discrètes.** | |  |
|  | **3.3** | **Loi de probabilités.** | |  |
|  | **3.4** | **Espérance mathématique ; Variance.** | |  |
|  | **3.5** | **Fonction des moments ; génératrices.** | |  |
| **4** | **Exemples de lois usuelles discrètes.** | | | **5 H** |
|  | **3.1** | **Loi de Bernoulli ; Binomiale; Géométrique ; Poisson.** | |  |
|  | **3.2** | **Négative binomiale ; Hypergéométrique.** | |  |

Algorithmique et Programmation 2 (Unité fondamentale)

(21hC, 21hTD) - Semestre 2 L1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Algorithmique et Programmation 2 : Semestre 2** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Introduction à la complexité des algorithmes.** | | | **4 H** |
|  | **1.1** | **Notions de complexité algorithmique en se basant sur un exemple.** | |  |
|  | **1.2** | **Les grandes familles de complexité d’algorithme :**  **constants, logarithmiques, linéaires, quasi-linéaires, quadratique,**  **cubiques, exponentiels.** | |  |
|  | **1.3** | **Notations asymptotiques.** | |  |
| **2** | **Sur l’allocation de mémoire et l’importance de la dynamicité...** | | | **2 H** |
| **3** | **Listes chaînées (Unidirectionnelles, bidirectionnelles, circulaires).** | | | **2 H** |
| **4** | **Opération sur les listes chaînées.** | | | **3 H** |
|  | **4.1** | **Insertion d’un maillon (au début, au milieu et à la queue d’une liste.** | |  |
|  | **4.2** | **Suppression d’un maillon (au début, au milieu et à la queue d’une liste).** | |  |
| **5** | **Types abstraits de données.** | | | **2 H** |
| **6** | **Piles, files.** | | | **3 H** |
|  | **6.1** | **Spécification des opérations (empiler, dépiler, enfiler, défiler, ….).** | |  |
|  | **6.2** | **Implantation avec tableaux et listes chaînées.** | |  |
| **7** | **Piles, files.** | | | **5 H** |
|  | **7.1** | **Définitions.** | |  |
|  | **7.2** | **Arbres binaires.** | |  |
|  | **7.3** | **Parcours d'Arbres binaires.** | |  |
|  | **7.4** | **Opérations sur les arbres binaires de recherche.** | |  |

Nouvelles techniques de traitements des eaux (Unité Optionnelle)

(21h cours et 21h TD) - Semestre 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Gestion d’entreprise : Semestre 2**  **Unité Optionnelle** | | | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Rappel des techniques classiques de traitement des eaux.** | | | | | **6 H** |
| **2** | **Techniquede traitement magnétique des eaux.** | | | | | **9 H** |
|  | **2.1** | **Appareils magnétiques.** | | | |  |
|  | **2.2** | **Technique de magnétisation des eaux.** | | | |  |
|  | **2.3** | **Magnétisation des eaux permanentes.** | | | |  |
|  | **2.4** | **Magnétisation des eaux en écoulement.** | | | |  |
|  | **2.5** | **Effet de la magnétisation des eaux sur différents paramètres des eaux.** | | | |  |
|  | **2.6** | **Effet de la magnétisation des eaux sur les cultures.** | | | |  |
|  | **2.7** | **Modèles.** | | | |  |
| **3** | **Technique de traitement des eaux par la nanotechnologie** | | | | | **6 H** |
|  | **3.1** | | | **Synthèse des nanoparticules.** | |  |
|  | **3.2** | | **Technique de traitement des eaux par les Nano-particules**   * **Valorisation ; Modèles** | | |  |

Modèle de régression et application environnementale (Unité Optionnelle)

(21h cours et 21h TD) - Semestre 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Modèle de régression et application environnementale : Semestre 2**  **Unité Optionnelle** | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Loi normale (Rappel)** | | **3 H** |
| **2** | **Régression linéaire simple.** | | **4 H** |
| **3** | **MLR : Régression linéaire multiple** | | **4 H** |
| **4** | **Régression logistique.** | | **3 H** |
| **5** | **Régression généralisée.** | | **3 H** |
| **6** | **Régression PLS : application environnementale avec Python.** | | **3 H** |

Simulation numérique 1 avec Python (Unité Transversale)

(14h Cours ; 14h TD sur machine) - Semestre 2 L2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Simulation numérique 1 avec Python: Semestre 2** | **NbreHeuresCours** | |
| **1** | **Initiation à Python.** | | **2 H** |
| **2** | **Calcul sur les nombres complexes.** | | **2 H** |
| **3** | **Fonction d'une variable, traçage de courbes.** | | **2 H** |
| **4** | **Calcul sur les polynômes : Racines, PGCD, Schémas de Hörner.** | | **2 H** |
| **5** | **Arithmétique: Nombres premiers, PGCD-Algorithme d'Euclide, Les nombres de Mersenne** | | **2 H** |
| **6** | **Calcul sur les suites, suite de Fibonacci, suite de syracuse** | | **2 H** |
| **7** | **Fraction continue, la fonction exponentielle (exp) : exp comme somme infinie, relation entre fraction continue et exp, exp comme limite d’une suite (exp(x)=lim (1+x/n)n)** | | **2 H** |

**Programme des unités d’enseignement**

**Semestre 3**

Algèbre (EC Unité fondamentale)

(42h cours et 42h TD) - Semestre 3 L2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Algèbre (Semestre 3)** | | **Nbre Heures cours** | |
| **1** | **Structures algébriques usuelles.** | | | **09H** |
|  | **1.1** | **Groupes et sous-groupes, Morphismes de groupes. Groupes quotients Anneaux.** | |  |
|  | **1.2** | **Idéaux d’un anneau commutatif.** | |  |
|  | **1.3** | **Idéaux d’un anneau commutatif.** | |  |
|  | **1.4** | **L’anneau Z/nZ.** | |  |
|  | **1.5** | **Anneaux de polynômes à une indéterminée.** | |  |
|  | **1.6** | **Algèbres.** | |  |
| **2** | **Réduction des endomorphismes et des matrices carrées.** | | | **24H** |
|  | **2.1** | **Généralités : Éléments propres d’un endomorphisme, d’une matrice carrée.**  **Polynôme caractéristique. Polynôme minimal.** | |  |
|  | **2.2** | **Endomorphismes : Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables.Endomorphismes nilpotents, matrices nilpotentes** | |  |
|  | **2.3** | **Polynômes d’un endomorphisme, d’une matrice carrée : Lemme de décomposition des noyaux. Sous espaces caractéristiques**  **Polynômes annulateurs et diagonalisabilité.**  **Endomorphismes à polynôme minimal scindé.** | |  |
| **3** |  | **Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.** | | **09H** |
|  | **3.1** | **Cas des matrices diagonalisables.** | |  |
|  | **3.2** | **Cas des matrices trigonalisables.** | |  |
|  | **3.3** | **Equations différentielles linéaires d’ordre supérieur à coefficients constants.** | |  |

Analyse 3 (EC Unité fondamentale)

(42h cours et 42h TD) - Semestre 3 L2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Analyse 3 (Semestre 3)** | | **Nbre Heure cours** | |
| **1** | **Eléments de topologie de Rn.** | | | **15 H** |
|  | **1.1** | **Normes usuelles sur Rn.** | |  |
|  | **1.2** | **Boules, voisinages, ouverts, fermés,** | |  |
|  | **1.3** | **Suites de Rn** | |  |
|  | **1.4** | **Adhérence, intérieur et frontière.** | |  |
|  | **1.5** | **Compacité d’une partie de Rn (définition à l’aide des suites).** | |  |
|  | **1.6** | **Parties connexes, connexité par arcs.** | |  |
| **2** | **Fonctions à plusieurs variables.** | | | **06H** |
|  | **2.1** | **Limite** | |  |
|  | **2.2** | **Continuité** | |  |
| **3** |  | **Calcul différentiel.** | | **12H** |
|  | **3.1** | **Dérivées partielles d’ordre 1 et 2, fonctions de classe C1 et de classe C2 sur un ouvert de Rn.** | |  |
|  | **3.2** | **Différentiabilité d’une fonction de Rn dans Rm; matrice jacobienne.** | |  |
|  | **3.3** | **Théorème de Schwarz.** | |  |
|  | **3.4** | **Formule de Taylor d’ordre 2, matrices hessiennes, extrémas.** | |  |
| **4** | **Intégrale dépendant d’un paramètre.** | | | **09H** |
|  | **4.1** | **Continuité.** | |  |
|  | **4.2** | **Dérivabilité.** | |  |

Probabilités (Unité fondamentale)

(21hCours et 21h TD) - Semestre 3 L2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Probabilités (Semestre 3)** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Espace probabilisé** | | | **3 H** |
|  | **1.1** | **Tribu (Tribu engendrée, Tribu borélienne)** | |  |
|  | **1.2** | **Espace probabilisé, probabilité**  **Distinguer deux cas : cas discret (L’univers est au plus dénombrable), cas continu (L’univers est non dénombrable tel qu’un intervalle non réduit à un point)** | |  |
|  | **1.3** | **Probabilité conditionnelle, indépendance** | |  |
|  | **1.4** | **Formule de la probabilité totale, théorème de Bayes et applications** | |  |
| **2** | **Loi d’une variable aléatoire continue réelle** | | | **3 H** |
|  | **2.1** | **Densité d'une variable aléatoire réelle** | |  |
|  | **2.2** | **Fonction de répartition, Médiane, Quantile, Mode** | |  |
|  | **2.3** | **Espérance mathématique, variance, moments d’ordre supérieurs** | |  |
|  | **2.4** | **Calcul de loi (loi de g(X))** | |  |
|  | **2.5** | **Fonction génératrice des moments et calcul de E(g(X))** | |  |
| **3** | **Lois usuelles continues** | | | **4 H** |
|  | **3.1** | **Loi uniforme** | |  |
|  | **3.2** | **Loi exponentielle, loi de Cauchy, loi Gamma** | |  |
|  | **3.3** | **Loi normale** | |  |
| **4** | **Lois dérivées de la loi normale** | | | **2 H** |
|  | **4.1** | **Loi Khi deux** | |  |
|  | **4.2** | **Loi de Student** | |  |
|  | **4.3** | **Loi de Fisher** | |  |
| **5** | **Lois jointes** | | | **2 H** |
|  | **5.1** | **Lois jointes continues, densité marginale, densité conditionnelle, Théorème de changement variables (Loi de g(X, Y))** | |  |
|  | **5.2** | **Loi de la somme des variables aléatoires indépendantes continues** | |  |
|  | **5.3** | **E (g(X, Y)), Covariance, Corrélation linéaire, régression linéaire simple** | |  |
| **6** | **Convergence des suites de variables aléatoires et TCL** | | | **4 H** |
|  | **6.1** | **Inégalités en probabilités (Inégalité de Tchebychev, Inégalité de Markov)** | |  |
|  | **6.2** | **Fonction caractéristique** | |  |
|  | **6.3** | **Types de convergence des suites de variables aléatoires dans le cas continue ou discret (Convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence en loi)** | |  |
|  | **6.4** | **Théorème central limite et loi des grands nombres** | |  |
|  | **6.5** | **Applications du TCL** | |  |
| **7** | **Outils et méthodes de simulation** | | | **3 H** |
|  | **7.1** | **Méthode de simulation de variables aléatoires (Méthode d’inversion, Acceptation rejet)** | |  |
|  | **7.2** | **Méthode de Monte-Carlo** | |  |

Economie d’eau d’irrigation (Unité Optionnelle)

(21h Cours et 21h TD) - Semestre 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Economie d’eau d’irrigation (Semestre 3)**  **Unité Optionnelle** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Généralités et Rappels** | | | **7 H** |
|  | **1.1** | **L’eau : le défi du siècle** | |  |
|  | **1.2** | **Ressources en eau en Tunisie** | |  |
|  | **1.3** | **Recours aux ressources conventionnelles et non conventionnelles.** | |  |
|  | **1.4** | **Le cas de la Tunisie** | |  |
| **2** | **Economie d’eau d’irrigation** | | | **6 H** |
|  | **2.1** | **Technique d’économie d’eau** | |  |
|  | **2.2** | **Méthodes d’économie d’eau d’irrigation** | |  |
|  | **2.3** | **Besoins en eau** | |  |
| **3** | **Traitement et valorisation des eaux non conventionnelles** | | | **4 H** |
| **4** | **Introduction aux techniques d’irrigation** | | | **4 H** |

Base de données (Unité Optionnelle)

(21h Cours et 21h TD) - Semestre 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Base de données (Semestre 3)**  **Unité Optionnelle** | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Grands principes des bases de données : Concepts ; architecture ; fonctionnalités…**  **Vocabulaire: relation, attribut, schéma et instance, clefprimaire…** | | **7 H** |
| **2** | **Algèbre relationnelle et SQL (requêtes simples et fonctionsd’agrégation).** | | **7 H** |
| **3** | **Introduction aux NoSql (mangoDB par exemple).** | | **7 H** |

Anglais 1, 2 et 3 (Unité Transversale)

(01h30 Cours) (Semestre 1,2 et 3)

**Une certification des compétences de ce module est exigible**

**Les unités se déroulent uniquement sous forme de TD. A chaque séance, les « compétences » suivantes seront systématiquement cultivées.**

* **Compréhension orale : par le biais de documents audio/vidéo authentiques traitant de sujets d'actualité politique, sociale et bien évidemment scientifique. Une « teinte thématique » conditionnera le choix des supports documentaires afin de fournir aux étudiants, outre un bon niveau d'anglais général et usuel, une connaissance solide du vocabulaire spécifique à leur discipline principale.**
* **Expression orale en continu : par le biais de petites présentations hebdomadaires d'entraînement à la prise de parole (obligatoires mais non notées – sauf si la prestation permet l'octroi d’une note valorisante), d'une durée de 5 à 10 minutes, sur un sujet choisi par l'étudiant. Chaque présentation sera suivie d'un échange (questions / réponses) avec le reste du groupe TD.**
* **Interaction orale : échanges étudiants / enseignant mais également et surtout étudiants / étudiants. Débats d'idées, opposition, collaboration, etc. Il s'agit de favoriser la communication et d'encourager les étudiants à surmonter des appréhensions bien souvent liées à un manque de pratique.**
* **Compréhension écrite : étude de différents types de documents écrits authentiques (article de revue scientifique, article de journal, etc.…).**

**L'optique générale est semblable à celle de la compréhension orale dans le choix des thèmes abordés.**

**Programme des unités d’enseignement**

**Semestre 4 L3**

Probabilités avancées (Unité fondamentale)

(42h Cours, 42h TD) - Semestre 4 L3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Probabilités avancées : Semestre 4** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Tribus et fonctions mesurables** | | | **5 H** |
| **2** | **Mesures et notion d’intégrale** | | | **5 H** |
| **3** | **Espérance d’une variable aléatoire et théorème de transfert** | | | **6H** |
|  | **3.1** | **Lois de probabilités** | |  |
|  | **3.2** | **Notion d’indépendance** | |  |
| **2** | **Vecteurs Gaussiens** | | | **8 H** |
|  | **2.1** | **Exemple fondamental** | |  |
|  | **2.2** | **Définition, fonction des moments génératrice d’un vecteur Gaussien** | |  |
|  | **2.3** | **Transformation linéaire d’un vecteur gaussien** | |  |
|  | **2.4** | **Vecteurs gaussiens et indépendance** | |  |
| **3** | **Espéranceconditionnelles sur L2(Ω)** | | | **8H** |
|  | **3.1** | **Espérance conditionnelle (projection), propriétés** | |  |
|  | **3.2** | **Lois conditionnelles (noyau)** | |  |
| **4** | **Convergence des suites de variables aléatoires** | | | **10 H** |
|  | **4.1** | **Lemme de Borel-Cantelli** | |  |
|  | **4.2** | **Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans Lp, convergence en loi** | |  |
|  | **4.3** | **Loi des grands nombres** | |  |
|  | **4.4** | **Théorème central limite (version multi variée)** | |  |

Analyse 4 (Unité fondamentale)

(42h Cours et 42h TD) - Semestre 4 L3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Analyse 4** | | **Nbre Heures Cours** |
| **1** | **Séries entières.** | | **9 H** |
|  | **1.1** | **Lemme d’Abel, rayon de convergence.** |  |
|  | **1.2** | **Dérivation et intégration des séries entières réelles.** |  |
|  | **1.3** | **Fonctions usuelles d’une variable complexe.** |  |
|  | **1.4** | **Développement en séries entières des fonctions usuelles.** |  |
|  | **1.5** | **Produit de deux séries entières.** |  |
|  | **1.6** | **Parties connexes, connexité par arcs.** |  |
| **2** | **Séries de Fourier.** | | **9 H** |
|  | **2.1** | **Lemme d’Abel, rayon de convergence.** |  |
|  | **2.2** | **Dérivation et intégration des séries entières réelles.** |  |
|  | **2.3** | **Fonctions usuelles d’une variable complexe.** |  |
|  | **2.4** | **Développement en séries entières des fonctions usuelles.** |  |
|  | **2.5** | **Produit de deux séries entières.** |  |
| **3** | **Fonctions à plusieurs variables.** | | **7 H** |
|  | **3.1** | **Limite.** |  |
|  | **3.2** | **Continuité.** |  |
| **4** | **Calcul différentiel.** | | **9 H** |
|  | **4.1** | **Dérivées partielles d’ordre 1 et 2, fonctions de classe *C*1 et de classe *C*2 sur un ouvert de R*n*.** |  |
|  | **4.2** | **Différentiabilité d’une fonction de R*n* dans R*m*; matrice jacobienne.** |  |
|  | **4.3** | **Théorème de Schwarz.** |  |
|  | **4.4** | **Formule de Taylor d’ordre 2, matrices hessiennes, extrémas.** |  |
| **5** | **Intégrale dépendant d’un paramètre.** | | **7 H** |
|  | **5.1** | **Continuité.** |  |
|  | **5.2** | **Dérivabilité.** |  |

Calcul des besoins en eau d’irrigation (Unité fondamentale)

(21h Cours ; 21h TD) - Semestre 4 L3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Calcul des besoins en eau d’irrigation** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Généralité des besoins en eau d’irrigation** | | | **4 H** |
| **2** | **Détermination des besoins en eau** | | | **9 H** |
|  | **2.1** | **Pourquoi déterminer les besoins en eau des cultures** | |  |
|  | **2.2** | **Comment déterminer les besoins en eau** | |  |
|  | **2.3** | **Choix du coefficient cultural** | |  |
|  | **2.4** | **Modèles et théorèmes utiles pour la détermination de ET0** | |  |
| **3** | **Modèle Cropwat** | | | **5 H** |
|  | **3.1** | **Introduction** | |  |
|  | **3.2** | **Calcul et application** | |  |
| **4** | **Application de l’intelligence artificielle pour le pilotage de l’irrigation** | | | **3 H** |

Mini Projet (Unité Optionnelle)

(21h Cours et 21h TD) - Semestre 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Mini Projet**  **Unité Optionnelle** | **Nbre Heures** |
| **1** | **Réaliser une étude bibliographique** | **21 H Cours**  **21 H TD** |
| **1** | **Réaliser des analyses et des essais expérimentaux** |
| **2** | **Effectuer l’analyse statistique des données.** |
| **3** | **Analyser et discuter les résultats.** |
| **4** | **Rédiger un rapport selon les normes (Introduction ; Etude bibliographique ; Matériels et méthodes ; Résultats ; Analyse statistique et modélisation ; Conclusion ; Liste des références bibliographiques.)** |

**Rq : Le mini projet comporte une composante d’application environnementale (analyse d’eau/sol/mesure des besoins en eau/…) et une autre composante d’analyse statistique et de modélisation.**

Atelier Statistique : Plan d’expérience et technique d’échantillonnage (Unité Optionnelle)

(21h TD) - Semestre 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Atelier Statistique : Plan d’expérience et technique d’échantillonnageUnité Optionnelle** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Introduction aux méthodologies des plans d’expériences.** | | | **3 H** |
|  | **1.1** | **Acquisition progressive des connaissances** | |  |
|  | **1.2** | **Stratégies d’expérimentation** | |  |
|  | **1.3** | **Analyse des résultats** | |  |
|  | **1.4** | **Méthodologie classique et méthodologie des plans d’expériences** | |  |
| **2** | **Plan factoriel complet** | | | **4 H** |
|  | **2.1** | **Facteur contrôlé et non contrôlé** | |  |
|  | **2.2** | **Facteur quantitatif et qualitatif** | |  |
|  | **2.3** | **Matrices d’expérimentation** | |  |
|  | **2.4** | **Détermination effets des facteurs** | |  |
|  | **2.5** | **Erreurs expérimentales et tests de signification des effets** | |  |
|  | **2.6** | **Notion d’interaction** | |  |
|  | **2.7** | **Modèles associés à un plan d’expériences** | |  |
|  | **2.8** | **Etude de quelques plans 22, 23 et 24** | |  |
|  | **2.9** | **Ordre des essais** | |  |
| **3** | **Plan factoriel fractionnaire** | | | **3 H** |
|  | **3.1** | **Plan fractionnaire 23-1: Etude d’un exemple, hypothèses d’interprétation, calcul de contrastes, générateur d’aliases.** | |  |
|  | **3.2** | **Construction d’un plan fractionnaire** | |  |
|  | **3.3** | **Calcul de contrastes: cas général** | |  |
|  | **3.4** | **Plan fractionnaire 23-1 : détermination des contrastes** | |  |
|  | **3.5** | **Notions généraux sur les PFF** | |  |
|  | **3.6** | **Notion de résolution** | |  |
| **4** | **Généralités sur l’échantillonnage** | | | **5 H** |
|  | **4.1** | **Définitions et termes relatives à l’échantillonnage** | |  |
| **4.2** | **Échantillonnage et hétérogénéité**  **Approche qualitative** | |  |
| **4.3** | **Qualification d’un échantillonnage ou d’un échantillon** | |  |
| **4.4** | **Exemples de méthodes non probabilistes d’échantillonnage** | |  |
| **4.5** | **Échantillonnage probabiliste** | |  |
| **4.6** | **Échantillonnage par prélèvement.** | |  |
| **4.7** | **Réalisation pratique** | |  |
| **4.8** | **Échantillonnage par prélèvement.** | |
| **4.9** | **Conditions de correction** | |
| **4.10** | **Échantillonnage des lots manipulables par partage** | |  |
| **4.11** | **Caractérisation de l’hétérogénéité globale et séquentielle.** | |  |
| **4.12** | **Détermination des erreurs d’échantillonnage.** | |  |
| **4.13** | **Stratégie à adopter pour résoudre un problème d’échantillonnage.** | |  |
| **5** | **Normes d’échantillonnage** | | | **3 H** |
| **6** | **Instrumentation d’échantillonnage** | | | **3 H** |

Simulation numérique avec Python 2 (Unité Transversale)

(21h TD sur machine) - Semestre 4 L3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Simulation numérique avec Python 2 : Semestre 3** | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Interpolation polynomiale de Lagrange.** | | **4 H** |
| **2** | **Intégration numérique: Méthodes composites (méthode des rectangles, méthode des trapèzes, méthode de Simpson).** | | **5 H** |
| **3** | **Calcul matriciel.** | | **4 H** |
| **4** | **Équations linéaires : méthodes directes (méthode d'élimination de Gauss, décomposition LU, décomposition de Cholesky).** | | **4 H** |
| **5** | **Équations non linéaires (cas des fonctions d’une variable) : Méthodes itératives(méthode de Newton).** | | **4 H** |

Excel avancé (Unité Transversale)

(14h Cours, 14hTD)-Semestre 4 L3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Excel avancé** | | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Partie 1** | | | | **5 H** |
|  | **1.1** | | **Notions de base en algorithmique.** | |  |
|  | **1.2** | | **Excel ans son environnement.** | |  |
|  | **1.3** | | **Les fonctions Excel.** | |  |
|  | **1.4** | | **Les extensions Excel : Solver, AnalysistoolPack.** | |  |
| **2** | **Partie 2** | | | | **5 H** |
|  | **2.1** | | **Les variables.** | |  |
|  | **2.2** | | **La gestion d’erreurs.** | |  |
|  | **2.3** | | **Les modules, formes et classes.** | |  |
|  | **2.4** | | **Les bonnes pratiques.** | |  |
| **3** | **Partie 3** | | | | **4 H** |
|  | **3.1** | **Présentation des Macro VBA.** | | |  |
|  | **3.2** | **Implémentation modulaire d’un projet en VBA.** | | |  |

**Programme des unités d’enseignement**

**Semestre 5**

Analyse numérique (Unité fondamentale)

(42h Cours et 42hTD)-Semestre 5 L3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Analyse Numérique:Semestre 5** | |
| **1** | **Rappels et compléments d’algèbre linéaire. 6 H** | |
|  | **1.1** | **Normes matricielles.** |
|  | **1.2** | **Conditionnement.** |
| **2** | **Résolution des systèmes linéaires. 8 H** | |
|  | **2.1** | **Méthodes directes.** |
|  |  | * **Méthode de Gauss.** |
|  |  | * **Factorisations LU.** |
|  |  | * **Factorisation de Cholesky.** |
|  | **2.2** | **Méthodes itératives.** |
|  |  | * **Méthode de Jacobi.** |
|  |  | * **Méthode de Gauss-Siedel.** |
|  |  | * **Méthode de relaxation.** |
| **3** | **Calcul des valeurs et des vecteurs propres d’une matrice. 6 H** | |
|  | **3.1** | **Méthode de la puissance.** |
|  | **3.2** | **Méthode de la puissance inverse.** |
| **4** | **Interpolation et approximation polynômiale. 9 H** | |
|  | **4.1** | **Interpolations polynômiale.** |
|  |  | * **Interpolation de Lagrange.** |
|  |  | * **Interpolation d’Hermite.** |
|  | **4.2** | **Polynômes de meilleures approximations.** |
|  |  | * **Meilleure approximation uniforme.** |
|  |  | * **Meilleure approximation au sens des moindres carrés continue.** |
|  |  | * **Meilleure approximation au sens des moindres carrés discret.** |
| **5** | **Intégration numérique. 6 H** | |
|  | **5.1** | **Formule de quadrature de Newton-Cotes.** |
|  | **5.2** | **Formule de quadrature de Gauss.** |
| **6** | **Résolution numérique des équations non linéaires. 7 H** | |
|  | **6.1** | **Méthode de la sécante.** |
|  | **6.2** | **Méthode des approximations successives.** |
|  | **6.2** | **Méthode de Newton.** |

Statistique inférentielle et tests d’hypothèses (Unité Fondamentale)

(42h Cours, 42h TD) - Semestre 5 L3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Statistique inférentielle et tests d’hypothèses**  **Unité Fondamentale** | | **Nbre Heures Cours** | | |
| **1** | **Maîtrise des notions générales relatives à l'inférence statistique sur un échantillon.** | | | **6 H** | |
| **2** | **Connaissance théorique et pratique des méthodes classiques d'estimation** | | | **7 H** | |
|  | **Estimation ponctuelle: Qualités d'un estimateur, biais, erreur moyenne quadratique, consistance, estimateur du maximum de vraisemblance, estimateur des moments.** | | |  | |
| **3** | **Caractéristiques stochastiques d'un échantillon** | | | **7 H** | |
|  | **Moments et fonction de répartition empiriques, statistiques d'ordre.** | | |  | |
| **4** | **Modèles statistiques paramétriques.** | | | **5 H** | |
| **5** | **Exhaustivité et information de Fisher** | | | **6 H** | |
| **6** | **Intervalles de confiance** | | | **11 H** | |
|  | **6.1** | **Estimation non paramétrique (estimation de la fonction de répartition et de la densité).** | |  | |
|  | **6.2** | **Tests d’hypothèses paramétrique (moyenne et variance) et test non paramétrique (chi-deux)** | | |  |

Techniques et équipements d’irrigation (Unité fondamentale)

(21h Cours, 21h TD)- Semestre 5 L3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Techniques et équipements d’irrigation** | | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Introduction** | | | | **3 H** |
|  | **Introduction aux différentes techniques d'irrigation mode de distribution de l'eau et profil d'humidité des sols** | | | |  |
| **2** | **Irrigation par gravité.** | | | | **2 H** |
|  | **2.1** | | **Modes d'irrigation par gravité** | |  |
|  | **2.2** | | **Théorie générale du dimensionnement des parcelles irriguées par gravité** | |  |
|  | **2.3** | | **L'aménagement des terrains** | |  |
| **3** | **Irrigation par aspersion** | | | | **4 H** |
|  | **3.1** | **Principaux équipements**   * **Description d'installation** * **Distribution spatiale de la pluie par asperseur**   **- Ecartement**  **- Uniformité**  **-Principes d’irrigation à la parcelle : irrigation par aspersion.** | | |  |
|  | **3.2** | **Généralités : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion** | | |  |
| **4** | **Irrigation localisée** | | | | **6 H** |
|  | **4.1** | | **Les goutteurs** | |  |
|  | **4.2** | | **Maintenance du réseau et du matériel.** | |  |
| **5** | **Dose d’irrigation** | | | | **2 H** |
| **6** | **Equipements d’irrigation** | | | | **4 H** |

Recherche Opérationnelle (Unité Optionnelle)

(21h Cours, 21h TD) - Semestre 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Recherche Opérationnelle**  **Unité Optionnelle** | | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Théorie des graphes** | | | | **6 H** |
|  | **1.1** | **Éléments de théorie des graphes et modélisation des réseaux de communication.** | | |  |
|  | **1.2** | | **Arbres couvrants de poids minimum (algorithmes de Kruskal et de Prim) et plus courts chemins (algorithmes de Dijkstra et de Bellman-Ford).** | |  |
|  | **1.3** | **Réseaux de flot (algorithme de Ford-Fulkerson).** | | |  |
| **2** | **Programmation linéaire** | | | | **4 H** |
| **3** | **Modélisation d'un problème d'optimisation linéaire** | | | | **3 H** |
| **4** | **Résolution analytique et graphique** | | | | **4 H** |
| **5** | **Méthode du Simplexe** | | | | **4 H** |

Ecole de Terrain et atelier (Unité Optionnelle)

(21h Cours, 21h TD) - Semestre 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ecole de Terrain et Atelier**  **Unité Optionnelle** | | **Nbre Heures** |
| **1** | **Visite sur terrain** | | **21 H cours**  **21 H TD** |
|  | **1.1** | **Laboratoire d’analyse des eaux** |
|  | **1.2** | **Ferme agricole/CRDA.. : besoin en eau ; agriculture durable ; agriculture intelligente** |
|  | **1.3** | **Chaine de production agricole** |
| **2** | **Ateliers : en présence des industriels ; ingénieurs agronomes ;…** | |
| **3** | **Interaction : environnement et statistique** | |

Culture Entrepreneuriale  (Unité Transversale)

(21h TD) - Semestre 5 L3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Culture entrepreneuriale** | | | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Qu’est ce que l’entreprise ?** | | | | | **5 H** |
|  | **1.1** | **Les entreprises autour de vous** | | | |  |
| **1.2** | **Signification et portée de l’esprit de l’entreprise** | | | |  |
| **1.3** | **Savoir s’organiser** | | | |  |
| **1.4** | **Les compétences en matière de prise de décision** | | | |  |
| **2** | **A quoi sert l’esprit d’entreprise ?** | | | | | **6 H** |
|  | **2.1** | | **Définition de l’esprit d’entreprise.** | | |  |
| **2.2** | | **En quoi « l’esprit d’entreprise » s’applique – t- il aux**  **Entreprises.** | | |  |
| **2.3** | | **La motivation d’un entrepreneur.** | | |  |
| **2.4** | | **Fixer les objectifs de l’entreprise.** | | |  |
| **2.5** | | **La prise de risque.** | | |  |
| **3** | **Quel est le profil d’un entrepreneur ?** | | | | | **5 H** |
|  | **3.1** | | | **Evaluation du potentiel d’entrepreneur** | |  |
| **3.2** | | | **Identification du profil d’entrepreneur** | |  |
| **3.3** | | | **L’entrepreneur en tant que leader** | |  |
| **3.4** | | | **Les principes de la négociation** | |  |
| **3.5** | | | **Compétences d’écoute** | |  |
| **4** | **Comment devient-on entrepreneur ?** | | | | | **5 H** |
|  | **4.1** | | | **Importance de l’entrepreneuriat dans la société** | |  |
| **4.2** | | | **Être son propre employeur : l’auto-emploi** | |  |
| **4.3** | | | **Les petites entreprises** | |  |
| **4.4** | | | **Principaux facteurs de réussite lors de la création de la petite entreprise** | |  |
| **4.5** | | | **La décision de devenir entrepreneur** | |  |

Introduction à la ‘Data science’ (Unité Transversale)

(28h Cours) - Semestre 5 L3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Introduction à la ‘Data science’** | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Statistique exploratoire des données.** | | **5 H** |
| **2** | **Les méthodes de classification.** | | **4 H** |
| **3** | **Introduction aux réseaux de neurones.** | | **4 H** |
| **4** | **Les problèmes de régressions.** | | **5 H** |
| **5** | **Evaluation des modèles (cross validation, scores,...).** | | **4 H** |
| **6** | **Application** | | **6 H** |

**Programme des unités d’enseignement**

**Semestre 6**

Simulation et processus Stochastique et Méthode de Monte-Carlo (Unité fondamentale)

(21h Cours, 21h TD) - Semestre 5 L3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Simulation Stochastique et Méthode de Monte-Carlo** | **Nbre Heures Cours** |
| **1** | **Fondements et principe de la méthode.** | **3 H** |
| **2** | **Génération de nombres et de variables aléatoires.** | **2 H** |
| **3** | **Génération d’une chaine de Markov.** | **2 H** |
| **4** | **Méthode d’inversion.** | **2 H** |
| **5** | **Méthode Acceptation-Rejet.** | **3 H** |
| **6** | **Méthode Métropolis-Hasting.** | **3 H** |
| **7** | **Méthode de Monte-Carlo.** | **3 H** |
| **8** | **Méthode MCMC.** | **2 H** |
| **9** | **Techniques de réduction de la variance.** | **2 H** |

Chaine de Markov et processus de Poisson (Unité fondamentale)

(21h Cours et 21h TD) - Semestre 6 L3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Chaine de Markov et processus de Poisson (Semestre 6)** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Chaine de Markov à temps discret** | | | **11 H** |
|  | **1.1** | **Espace d’état, matrice de transition** | |  |
|  | **1.2** | **Convergence d’une chaine de Markov (ergodique)** | |  |
|  | **1.3** | **Loi invariante** | |  |
| **2** | **Processus de Poisson** | | | **10 H** |
|  | **2.1** | **Définition et construction** | |  |
|  | **2.2** | **Propriétés** | |  |
|  | **2.3** | **Applications en finance et en actuariat** | |  |

Techniques de travail des sols et pratique agricole durable (Unité fondamentale)

(21h Cours, 21hTD)-Semestre 6 L3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Techniques de travail des sols et pratique agricole durable : Semestre 6** | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Technique de travail des sols agricoles.** | | **4 H** |
| **2** | **Mécanisation et outils de travail des sols.** | | **3 H** |
| **3** | **Evaluation de l’état de compaction des sols.** | | **3 H** |
| **4** | **Facteurs intervenants sur l’effet du travail du sol.** | | **5 H** |
| **5** | **Modèles liés au travail du sol.** | | **6 H** |

Intelligence artificielle : SMART agriculture (Unité fondamentale)

(21 h Cours et 21hTD)-Semestre 6 L3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Intelligence artificielle : SMART agriculture(Semestre 6)** | | **Nbre Heures Cours** | |
| **1** | **Agents intelligents** | | | **3 H** |
|  | **1.1** | **Définition** | |  |
|  | **1.2** | **Types d’environnements** | |  |
| **2** | **Recherche heuristique globale** | | | **3 H** |
|  | **2.1** | **Recherche dans un graphe** | |  |
|  | **2.2** | **Algorithme A\*** | |  |
|  | **2.3** | **Heuristiques admissibles et monotones** | |  |
| **3** | **Recherche heuristique locale** | | | **4 H** |
|  | **3.1** | **Algorithme hill-climbing** | |  |
|  | **3.2** | **Algorithme recuit-simulé** | |  |
|  | **3.3** | **Algorithmes génétiques** | |  |
| **4** | **Satisfaction des contraintes** | | | **2 H** |
|  | **4.1** | **Backtrackingsearch** | |  |
|  | **4.2** | **AC-3** | |  |
| **5** | **Recherche heuristique pour les jeux compétitifs** | | | **2 H** |
|  | **5.1** | **Minimax** | |  |
|  | **5.2** | **Alpha** | |  |
|  | **5.3** | **Beta pruning** | |  |
| **6** | **Logique du premier ordre** | | | **3 H** |
|  | **6.1** | **Syntaxe et sémantique** | |  |
|  | **6.2** | **Modus ponens** | |  |
|  | **6.3** | **Algorithme d’unification (pattern matching)** | |  |
|  | **6.4** | **Preuve par résolution** | |  |
| **7** | **Utilisation de l’intelligence artificielle dans l’agriculture/environnement** | | | **4 H** |